

УДК 622.271

А.В. Селюков, В.Н. Макаров

ТЕХНОЛОГИЯ ДОИЗВЛЕЧЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ НА ПОЛЯХ ЛИКВИДИРОВАННЫХ ШАХТ

Кардинальным решением защиты окружающей среды от негативного воздействия шахтных полей, отработанных подземным способом, является экологическая санация открытым способом с полной рекультивацией поверхности шахтного поля.

Нами рассмотрены следующие варианты санации:

- частичная санация шахтного поля с доизвлечением оставшихся запасов угля из пластов с их выходов под наносы гидравлическими экскаваторами типа «обратная лопата» или специальными выемочными агрегатами;

- сплошная отработка верхней части шахтного поля горизонтальным слоем по бестранспортной технологии с поперечным подвиганием фронта горных работ.

При этом в каждом из этих вариантов предусматривается комплекс мероприятий по снижению отрицательного влияния открытых горных работ на окружающую среду в процессе осуществления санации шахтных полей.

В процессе доизвлечения оставшихся запасов угля из шахтных полей открытым способом предусматривается проведение рекультивации нарушенных земель вслед за подвиганием фронта горных работ.

Причем производится раздельная выемка скальных вмещающих пород, потенциально-плодородных пород, плодородного слоя и угольных пластов. На стадии технического этапа рекультивации крепкие породы внутреннего отвала

засыпаются потенциально плодородными породами, на которые в свою очередь наносится плодородный слой пород с последующим проведением биологического этапа рекультивации.

Таким образом, выполняется весь комплекс работ по превращению поверхности шахтных полей в экологически безопасное состояние с последующим ее использование в народном хозяйстве.

Параметры подготовительной траншеи частичной санации шахтных полей определяются исходя из возможностей выемки угольного пласта гидравлическим экскаватором (рис.1)

$$\begin{aligned}
 B_{mp}^{\delta} = & b_{\delta} + H_{uzb} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta) + M_{pl}^e + \\
 & + H_{uzb} \left(\operatorname{ctg}\alpha_y - \operatorname{ctg}\alpha \right) + 0,5B_{ex} + R_k + C - \\
 & - h_k \cdot \operatorname{ctg}\beta_o + B_k = H_{uzb} \left(\operatorname{ctg}\beta + \operatorname{ctg}\alpha_y \right) + \\
 & + \frac{m_h}{\sin \alpha} + R_k + 0,5B_{ex} + C + b_{\delta} - h_k \cdot \operatorname{ctg}\beta_o + B_k,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где H_{uzb} – глубина извлечения угольного пласта, м; β – угол откоса выемки, град; α_y – устойчивый угол откоса пород в почве пласта, град; α – угол падения пласта, град; m_h – мощность пласта по нормали, м; B_{ex} – ширина гусеничного хода гидравлического экскаватора, м; B_k – ширина перед-

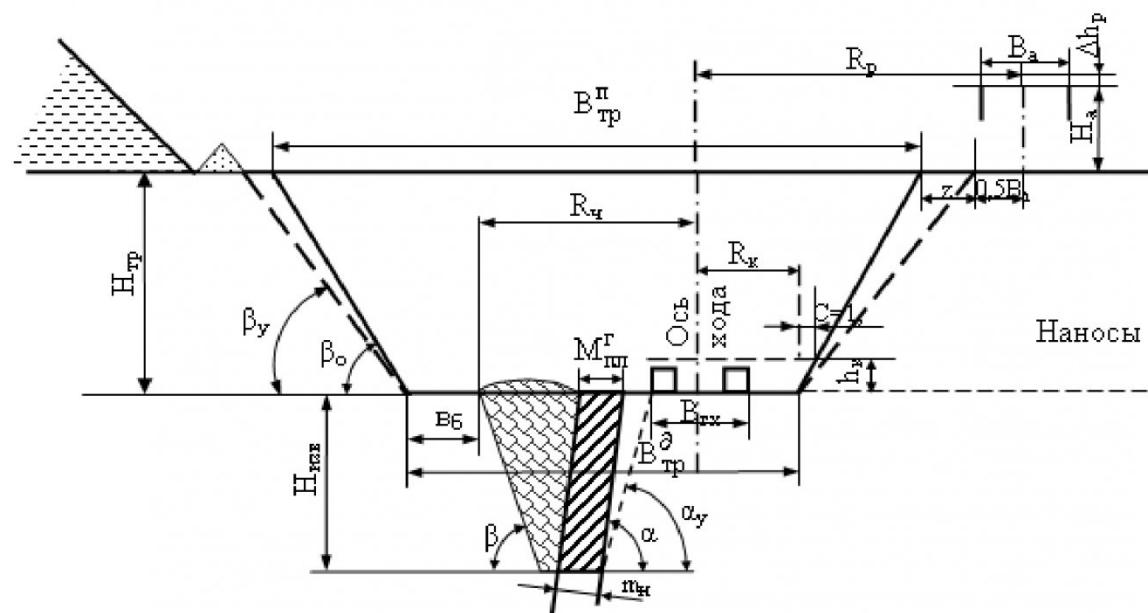


Рис. 1. Схема к расчету параметров подготовительной траншеи

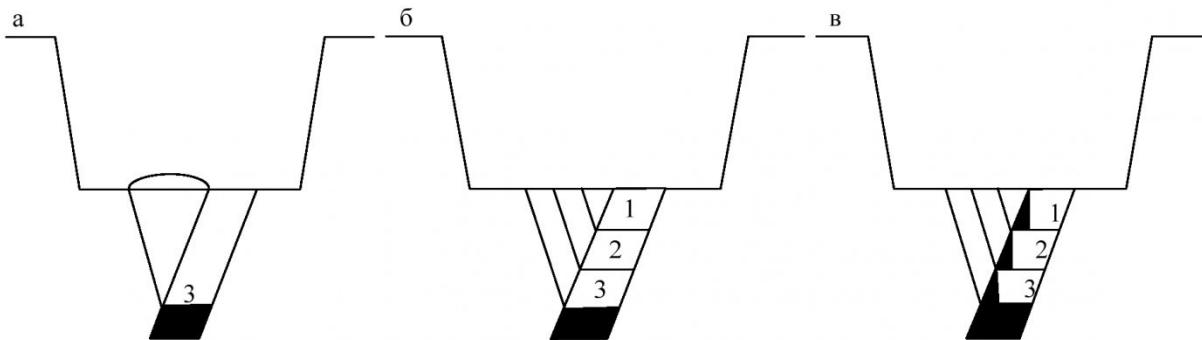


Рис. 2. Схемы выемки угольного пласта гидравлическим экскаватором обратная лопата: а – с применением буровзрывных работ; б – без применения БВР с обработкой пород поверхностью-активными веществами; в – без применения БВР с принудительным обрушением пород висячего бока пласта при его опережающей выемке ковшом экскаватора.

ней стенки ковша экскаватора, м; R_k – радиус вращения кузова экскаватора, м; C – зазор между кузовом экскаватора и откосом траншеи, м; ω_0 – предохранительная берма, м; h_k – просвет между кузовом экскаватора и дном подготовительной траншеи, м; M_{pl} – горизонтальная мощность пласта, град, H_{tr} – глубина траншеи, м; β_0 – угол откоса бортов траншеи, град.

Опережающая выемка угольных пластов гидравлическим экскаватором обратная лопата может производиться по следующим вариантам:

- рыхление пород со стороны висячего бока пласта с применением буровзрывных работ;
- выемка пород с висячего бока пласта без применения буровзрывных работ;
- выемка пород с висячего бока пласта без применения буровзрывных работ с предварительной их обработкой поверхностью-активными веществами (ПАВ).

При этом возможны варианты технологии:

- выемка взорванной породы с висячего бока пласта сразу на всю глубину с последующей выемкой угольного пласта (рис. 2а);
- выемка пород обработанных ПАВ с висячего бока пласта слоями с последующим извлечением угольного пласта в пределах слоя (рис. 2б);
- опережающая выемка угольного пласта слоями с последующей выемкой пород с висячего бока пласта в пределах слоя с принудительным их обрушением (рис. 2в).

При выемке угольного пласта с рыхлением пород висячего бока с применением БВР основной задачей является обеспечение устойчивости пласта при его обнажении со стороны висячего бока.

Высота устойчивого откоса при выемке пласта является обоснованием глубины, на которую убирается порода с висячего бока пласта.

По этому параметру выбирается технология выемки пласта обнажением его сразу на полную глубину с последующей выемкой пласта или выемку послойно.

Приняв угольный пласт в качестве наклонного

слоя породы при незначительной связи его по контакту, расчет устойчивой высоты обнаженного угольного пласта с некоторым приближением можно производить по выражению [1]

$$H_{np} = \frac{2 \cdot C'}{g \cdot \gamma} \left[\frac{1 + ctg\beta_a \cdot ctg(\beta_a - \varphi)}{ctg\beta_a - ctg\beta} \right], \quad (2)$$

где C' – сцепление угольного пласта по его контакту с породным массивом, т/м²; g – ускорение свободного падения, м/с²; γ – плотность угля, т/м³; β_a – угол плоскости скольжения при обрушении пласта, град; φ – угол внутреннего трения, град; β – угол скольжения по контакту пласта с породой, $\beta = \alpha$; α – угол падения пласта, град.

Используя обобщенные показатели физико-механических свойств пород в зоне подработки шахтных полей подземными горными выработками, принимаем следующие исходные данные: $C' = 6$ т/м², $\gamma = 1,35$ т/м³, $\beta_a = 45^\circ$, $\varphi = 15^\circ$. В итоге получим зависимость $H_{np} = f(\beta)$ в виде (рис. 3).

$$H_{np} = 19,08 - 0,39\beta + 0,0023\beta^2$$

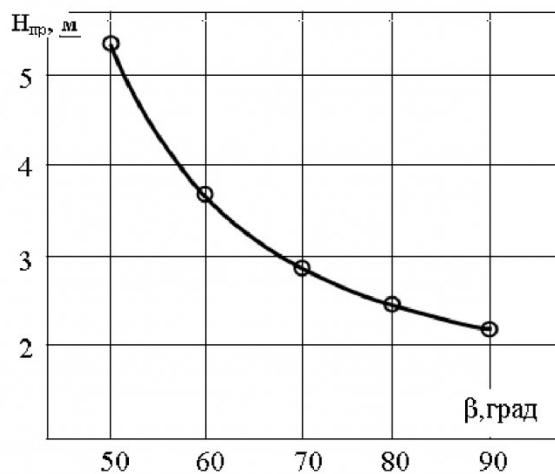


Рис. 3. График зависимости высоты предельно устойчивого откоса обнаженного угольного пласта от угла его падения в зоне ослабления массива подземными горными выработками.

Полученная зависимость позволяет установить высоту слоя при выемке пород и угля в зависимости от угла падения отрабатываемого угольного пласта.

Возможность выемки пород со стороны висячего бока угольного пласта без предварительного рыхления обуславливается прочностными свойствами пород и усилием копания экскаватора.

Принимая во внимание, что на верхних горизонтах шахтных полей, отработанным подземным способом, породы ослаблены и подвержены выветриванию, принимаем их состояние как плохо взорванные скальные породы и возможно применение теории резания Н.Г.Домбровского [2].

По этой теории возможность черпания пород без предварительного рыхления обеспечивается при выполнении условия

$$N_p^{\text{ЭГО}} = \kappa_1 \cdot b \cdot c, \quad (3)$$

где $N_p^{\text{ЭГО}}$ – усилие резания, развивающееся режущей кромкой ковша экскаватора, кг/см²; κ_1 – удельное сопротивление горной породы копанию, кг/см²; « b » и « c » – ширина и толщина стружки, см.

Между этими параметрами существует взаимосвязь

$$c = (0,1 \div 0,33)b.$$

Значение удельного сопротивления пород копанию при экскавации плохо взорванных пород составляет $\kappa_1 = 4,25$ кг/см².

$$\text{Тогда } N_p^{\text{ЭГО}} = 4,25 \cdot (0,1 \div 0,33) \cdot b^2.$$

Используя полученное условие возможности выемки пород со стороны висячего бока пласта без предварительного рыхления, устанавливается перечень (тип) выемочно-погрузочного оборудования и тип поверхностно-активного реагента (рецептура).

Применение ПАВ позволяет снизить проч-

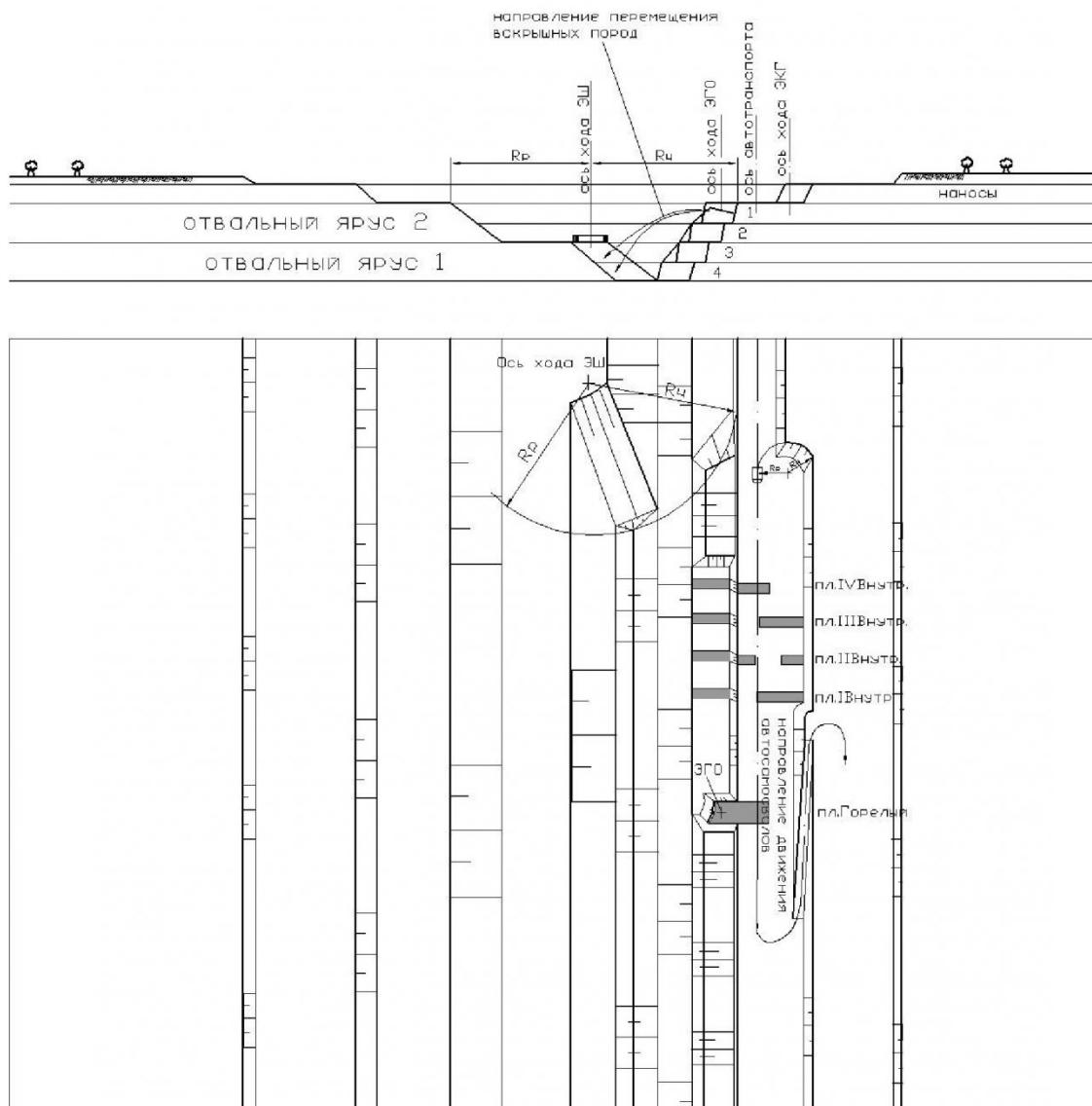


Рис. 4. Схема сплошной отработки шахтного поля на глубину, определяемую возможностью драглайна осуществлять бестранспортную технологию ведения горных работ.

ность породы в несколько раз, что способствует их выемки применяемыми типами выемочно-погрузочного оборудования.

Опережающая выемка угольных пластов слоями с принудительным обрушением пород ви-сячего бока пласта (рис. 2.в) обосновывается возможностью создания предельно устойчивого вертикального откоса.

При отработке верхних горизонтов на большие глубины предлагается технология с поперечным подвиганием фронта работ с отработкой нижних горизонтов по бестранспортной технологии с опережающей выемкой угольных пластов (рис.4).

Технология ведения горных работ осуществляется по четырем этапам. На первом этапе драглайн устанавливается на верхней площадке нижнего отвального яруса и в режиме скрепирования убирает остатки породных междупластий частично заполняя отвальный ярус 1. Вторым этапом производится разработка подступа 2. Часть по-

роды с подступов 1 и 2 (в результате взрывного смещения) ссыпается вниз к первому отвальному ярусу. Заходка подступа 1 и заходка подступа 2 образуют временный навал, из которого драглайн формирует первый отвальный ярус. На третьем этапе разрабатывается подступ 3. Часть развала остается в самой заходке, а остаток смещается взрывом и располагается между заполненной емкостью первого отвального яруса и откосом невзорванной заходки подступа 4. Драглайн размещает вскрышу с заходки подступа 3 в нижнюю часть отвального яруса 2. Особенностью разработки придонной породоугольной заходки подступа 4 является ее расположение в зажатой среде. Последним ходом драглайн разрабатывает заходку и заполняет остаток второго отвального яруса. Следует отметить, что для отработки последующей заходки драглайну необходимо отсыпать трассу, при этом шаг передвижки поперек фронта работ примерно соответствует горизонтальной ширине отвального яруса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галустьян, Э. Л. Геомеханика открытых горных работ. – М.: Недра, 1992. -428с.
2. Филимонов, Н. А. Горные машины для открытых работ. – М.: Недра, 1967. - 304с.

□Авторы статьи:

Селюков
Алексей Владимирович
- канд.техн.наук., ст.преп. каф.
открытых горных работ КузГТУ
Email: alex-sav@rambler.ru

Макаров
Владимир Николаевич
-технический директор ЗАО
“Стройсервис”.
Тел. 8 (3842) 37-7-865

УДК 622.235.

И.Б. Катанов

ФУГАСНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕНОГЕЛЯ В КОНСТРУКЦИИ СКАВАЖИННОГО ЗАРЯДА

Для определения начального напряжения на границе «ВВ-среда» используют уравнения состояния ВВ, среды, законы сохранения массы, импульса и энергии. Действие волн напряжений рассматривают в акустическом приближении. В этом контексте фугасное действие взрыва пропорционально полному импульсу. Управление составляющими импульса (напряжением σ и временем t_2) позволяет изменять результат разрушения среды.

Действие взрыва заряда ВВ в горной среде характеризуется импульсом давления в зарядной камере, которое возбуждает в среде импульс напряжений. Импульсы давления и напряжения определяются изменением величины давления или напряжения во времени и интервалом времени приложения нагрузки. Параметры импульса на-

пряженя в среде определяются параметрами импульса давления в зарядной камере [1]

$$I = \int_0^t P(t) dt,$$

где P – максимальное давление на стенки зарядной камеры, Па; t – время, с.

Теоретическая зависимость $P=f(t)$, выведенная Г.И. Покровским, отражает взрывной импульс, характеризующий действие взрыва заряда в среде. Взрывной импульс в сплошной среде имеет положительную и отрицательную фазы. При наличии двух свободных поверхностей (уступа) движения массива в их сторону начинается только после действия положительной фазы, характеризуемой временем детонации заряда и нарастанием давления до максимума (t_1), временем, в течение